

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALZUETA C., REBOLÉ A., BARRO C., TREVIÑO J. Y CABALLERO R. (1995). Changes in nitrogen and carbohydrate fractions associates with the field drying of vetch. *Animal Feed Science and Technology*, **52**, 249-255.
- BARR A.G., SMITH D.M. Y BROWN D.M. (1995). Estimating forage yield and quality changes during field drying for hay. 1. Model of dry-matter and quality losses. *Agricultural and Forest Meteorology*, **76**, 83-105.
- CECAVA M.J. (1995). *Making hay and haylage. Beef Cattle Feeding and Nutrition*. Second Edition. Academic Press, Inc.
- CHAVES A.V., WAGHORN G.C., BROOKES I.M.M. Y WIDFUEKDM D.R. (2006). Effect of maturation and initial harvest dates on the nutritive characteristics of ryegrass (*Lolium perenne* L.) *Animal Feed Science and Technology*, **127**, 293-318.
- DEINUMM B. Y MAASSEN A. (1994). Effects of drying temperature on chemical composition and in vitro digestibility of forages. *Animal Feed Science and Technology*, **46**, 75-86.
- DIAS-DA-SILVA A.A. Y GUEDES C.V.M. (1990). Variability in the nutritive value of straw cultivar of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. *Animal Feed Science and Technology*, **28**, 79-89.
- DORAN M.P., LACA E.A. Y SAINZ R.D. (2007). Total tract and rumen digestibility of mulberry foliage (*Morus alba*), alfalfa hay and oat hay in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, **138**, 239-253.
- LITHOURGIDIS A.S., VASILAKOGLU I.B., DHIMA K.V., DORDAS C. Y YIAKOULAKI M.D. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, **99**, 106-113.
- OLEA L., PAREDES J., VERDASCO M.P. (1989). Características productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. *II Reunión ibérica de pastos y forrajes. Pastos, forrajes y producción animal en condiciones extensivas*. pp. 147-172. Badajoz-Elvas.
- PELLETIER S., TREMBLAY G.F., BERTRAND A., BÉANGER G., CASTONGUAY. Y MICHAUD R. (2010). Drying procedures affect non-structural carbohydrates and other nutritive value attributes in forage samples. *Animal Feed Science and Technology*, **157**, 139-150.
- POBLACIONES M.J., OLEA L., FERRERA E.M., VIGUERA F.J. Y GIL J.L. (2005). Influencia de la fecha y del método de conservación en la baja calidad de los forrajes conservados en la dehesa de Extremadura. *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural (Vol. II)*. pp. 609-616. *XLV Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*.
- ROJAS C., CATRILEO A., MANRÍQUEZ M. Y CALABÍ F. (2004). Evaluación de la época de corte de triticale (x *Triticosecale* Wittmack) para ensilaje. *Agricultura Técnica*, **64**, 34-40.
- SARWATT S.V., MUSSA M.A. Y KATEGILE J.A. (1989). The nutritive value of ensiled forages cut at three stages of growth. *Animal Feed Science and Technology*, **22**, 237-245.

Influencia de la fertilización con magnesio, calcio, azufre y potasio junto a fósforo, sobre la producción, composición botánica y calidad de pasto de dehesa

Influence of fertilization with magnesium, calcium, sulfur and potassium plus phosphorus on pasture production, botanical composition and quality of the dehesa

F.J. SÁNCHEZ-LLERENA / S. RODRIGO / M.J. POBLACIONES / O. SANTAMARÍA / T. GARCÍA-WHITE / L. OLEA

Dpto. de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal. Escuela de Ingenierías Agrarias (U. de Extremadura). Avda. Adolfo Suárez s/n, 06007 Badajoz, España. FSANCHEZT@alumnos.unex.es

Resumen: La dehesa, principal ecosistema del SO de España, está marcada por dos características: el clima semiárido Mediterráneo y baja fertilidad edáfica. Estas condiciones hacen poco viable el cultivo continuado y reducen sensiblemente la cantidad de biomasa procedente de pasto herbáceo en determinadas épocas del año. Como la mejora y el aumento de estas producciones resulta de gran importancia, en este trabajo se evaluó el efecto sobre éstas de distintos fertilizantes alternativos al habitual superfosfato de cal, en cuya formulación aparecen, además del fósforo, elementos como magnesio, calcio, potasio o azufre en distinta proporción. El ensayo se llevó a cabo sobre pastos herbáceos en una dehesa extremeña en la que se realizaron dos aprovechamientos por campaña, uno a principio y otro a final de primavera. En cada aprovechamiento, se determinó la biomasa herbácea (M.S.), su calidad nutritiva y su composición botánica. Dichos parámetros, analizados del año 2010-2011, tras dos años de fertilización otoñal, indicaron que el segundo aprovechamiento fue más productivo que el primero, aunque de peor calidad. En los tratamientos en los que se aportaban más magnesio y potasio aumentó la producción. La fertilización no influyó en la calidad del pasto ni en el porcentaje de leguminosas, aunque sí en el aumento de gramíneas.

Palabras clave: pastos extensivos, silvopastoral, macroelementos, microelementos, biomasa.

Abstract: The dehesa, the main ecosystem in SW of the Iberian Peninsula, is marked by two fundamental characteristics: the Mediterranean climate and the low soil fertility, which seasonally reduce the amount of pasture for animal feeding. This study has evaluated the effect of different fertilizers that include, in addition to phosphorus, other elements such as magnesium, calcium, potassium and sulfur in different proportions. The trial was carried out on a dehesa in Extremadura. Pasture production, composition, GP and FND were evaluated considering two grazing times per season; early and late spring. After two years of fertilization, the results showed that late spring grazing was more productive although pasture had lower quality. The fertilizer treatments that include a higher amount of magnesium and potassium have increased pasture production. Likewise, there was no influence of these treatments on pasture quality or percentage of legumes, but some of them have increased the grasses.

Key words: extensive pastures, silvopastoral, macroelements, microelement, biomass.

INTRODUCCIÓN

La dehesa es un ecosistema agrosilvopastoral complejo de origen antrópico, con un ambiente marcado por dos características fundamentales: el clima semiárido mediterráneo (veranos calurosos y secos e inviernos un tanto fríos y lluviosos) y la baja fertilidad del suelo (Olea y San Miguel, 2006). Las variaciones de temperaturas

y pluviometría a lo largo del año, son factores climáticos condicionantes de las producciones de la dehesa que, según Olea *et al.* (1989) provocan épocas de escasez de alimentos que exigen suplementación en las explotaciones ganaderas.

Los pastos naturales tienen en general una baja calidad, lo que condiciona la producción animal y el sistema de manejo (Olea *et al.*, 1989) y es común recurrir a la fertilización para conseguir mayor producción y calidad en los pastos. Las características de los suelos de dehesa hacen que sea recomendable la fertilización fosfórica en la mayoría de los casos, la fertilización potásica en determinadas ocasiones y también la utilización de leguminosas simbióticamente activas para elevar el contenido de nitrógeno en el suelo de manera natural (Olea *et al.*, 1989). Bellows *et al.* (2001) establecieron que el fósforo resultaba indispensable para el correcto establecimiento de las leguminosas, ya que este elemento es necesario para una correcta fijación del nitrógeno atmosférico.

Según autores como Olea *et al.* (2005), cabe la posibilidad de sustituir parcialmente, en suelos ácidos, los ampliamente utilizados superfosfatos de cal por fertilizantes fosforados menos solubles, especialmente escorias Thomas y fosfatos naturales, con el objeto de una mayor persistencia en el suelo. Además, Jiménez Mozo y Martínez (1982) indicaron que las respuestas a la fertilización fosfórica son mayores en presencia de fertilizantes potásicos. Por otra parte, en zonas de pastos herbáceos sobre suelos ácidos, cobran especial importancia elementos como el calcio y el magnesio (Quinlivan, 1981), ya que el calcio contribuye de manera determinante a una mayor disponibilidad de otros nutrientes como el fósforo y tiene influencia positiva sobre la persistencia de leguminosas anuales. En cuanto al magnesio, se conoce desde hace tiempo el importante papel que juega sobre la formación de la clorofila y la fotosíntesis (Cakmak y Yazici, 2010). Referente al azufre, según Díaz Zorita (2001), en ausencia de limitaciones de fósforo, la fertilización combinada de nitrógeno y azufre mejora la producción de pastos, induciendo una mayor proliferación de nódulos rizobiales.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el efecto de distintos fertilizantes alternativos al superfosfato de cal, y en cuya composición incluían fósforo, magnesio, calcio, potasio o azufre en distinta proporción, sobre la producción de biomasa, la calidad bromatológica (caracterizada por proteína bruta y fibra neutro detergente), la composición botánica y la cobertura vegetal sobre pastos herbáceos en una dehesa extremeña.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en una dehesa situada en el término municipal de Badajoz (huso 29, coordenadas UTM: x = 686 864,9 m, y = 4 293 811,6 m, European Datum 50), dedicada a la producción extensiva ovina que aprovechaba a diente el pasto natural. El clima es semiárido mediterráneo con pluviometría media anual de 449 mm y T^a media anual de 16,4 °C (media de los últimos 30 años). Durante el año de estudio (2010-

2011), la T^a media (16,2°C) fue similar a la media anual de la zona; la precipitación total, con 589 mm fue sensiblemente superior a la media, siendo diciembre el mes más lluvioso, con 120 mm; entre invierno y principios de primavera se registró más del 70% de la precipitación anual. Las características iniciales del suelo fueron: textura franco-arenosa, suelo básico (pH=7,9) los contenidos de fósforo y materia orgánica bajos (5,1 ppm y 1,0 % respectivamente) y los de calcio y magnesio total de 20,3 y 1,68 meq/100g de suelo respectivamente.

Se evaluaron cinco tratamientos fertilizantes: i) testigo sin fertilización (tratamiento 'B'); ii) 250 kg ha⁻¹ de superfosfato de cal al 18% (29% CaO, 27% SO₃, 18% P₂O₅), como testigo de la fertilización (tratamiento 'S') iii) 175 kg ha⁻¹ de escorias Thomas (12% CaO, 12% P₂O₅, 18% K₂O, 4% MgO, 3% S; Thomaskali, K+S KALI GMBH, Alemania) (Tratamiento 'T'); iv) 80 kg ha⁻¹ de Kieserita (50% SO₃, 25% MgO; K+S KALI GMBH, Alemania) más 100 kg ha⁻¹ de Thomaskali (tratamiento 'K₁'); y v) 125 kg ha⁻¹ de Kieserita más 100 kg ha⁻¹ de Thomaskali (tratamiento 'K₂'). Los tratamientos se distribuyeron al azar en cuatro bloques completos. La superficie de las parcelas unitarias fue de 500 m² (50 m x 10 m). Los fertilizantes se aplicaron a voleo, en cobertera y después de las primeras lluvias otoñales en las campañas 2009-2010 y 2010-2011. En el área experimental se realizó un pastoreo continuo diferido, muestreando la producción herbácea dos veces por campaña en el mismo sitio, al principio de la primavera (marzo) y a finales de ella (mayo) usando dos jaulas de exclusión de 1 m² de superficie por parcela unitaria. Sobre las muestras de biomasa recogida (tomando una submuestra de cada parcela) se determinó la materia seca (MS) (hasta peso constante a 72 °C), la proteína bruta (PB) por el método Kjeldahl y la fibra neutro detergente (FND) por el método AOCS Ba 6a-05 (2005). Además se determinó la composición botánica y el porcentaje cobertura vegetal del pasto mediante método visual por dos o más personas, separando en porcentajes la cantidad de plantas de los tres grupos; gramíneas, leguminosas y otras familias.

Los datos se analizaron mediante ANOVA considerando como factor el tratamiento fertilizante, el momento de corte y la interacción. En caso de significación, se aplicó el test de recorrido interno de Fisher (P ≤ 0,05). Los análisis se han realizado con el programa STATISTIX 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto el tratamiento fertilizante como el momento de aprovechamiento tuvieron una influencia significativa sobre la producción, aunque no así la interacción entre ambos. Como cabía esperar, la biomasa acumulada al final de la primavera (muestreo de mayo) fue significativamente superior a la del inicio de la primavera (muestreo de marzo) (1533 kg MS ha⁻¹ frente a 376 kg MS ha⁻¹). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos K₁, K₂ y T (fig. 1), en cambio sí hubo diferencias entre los tratamientos K₁ y K₂ y el testigo fertilizado con Superfosfato (S), mientras que el tratamiento K₂ también fue significativamente superior al testigo sin fertilizar B.

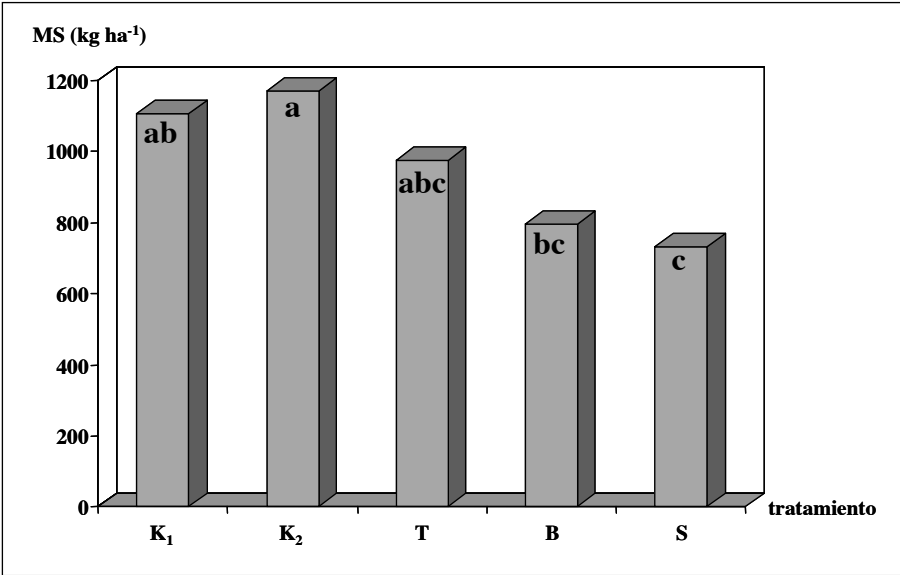


Figura 1. Producciones medias de pasto del segundo corte (M.S. kg ha⁻¹) por tratamiento fertilizante. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para P≤0,05.

Las diferencias de los tratamientos K₁ y K₂ con el testigo S pueden atribuirse al ratio calcio/magnesio en el suelo. En estudios de fertilización magnésica, Balocchi *et al.* (2001) observaron que dicha fertilización afectaba negativamente a los contenidos de calcio en el forraje. Esto induce a pensar que la absorción de estos cationes por parte de la planta es selectiva en función de la concentración de los mismos en el suelo. Dado que el suelo de la parcela en la que se emplazaba el ensayo presentaba niveles de calcio asimilable muy altos y niveles de magnesio asimilable normales, se produciría una relación calcio/magnesio superior a los valores ideales de 6-7 establecidos por Gambaudo (2007). La adición de superfosfato de cal al 18% aumentaría el ratio calcio/magnesio, induciendo un desequilibrio aún mayor entre ambos cationes, reduciendo la absorción de magnesio que es fundamental para una adecuada actividad fotosintética en la planta y afectando así al rendimiento final. En cambio, la aplicación de un fertilizante como la Kieserita, con un 25% de MgO en combinación con escorias Thomas como fuente fosfórica, contribuiría a ajustar la relación calcio/magnesio, reduciendo el antagonismo entre ambos cationes. Es interesante recalcar que en el primer aprovechamiento, a pesar de no haber diferencias significativas entre tratamientos, la producción registrada para el tratamiento K₁, con 468,2 kg ha⁻¹ fue un 20 % superior a la media.

El momento de la primavera y el tratamiento fertilizante no influyeron significativamente sobre la cobertura vegetal. No obstante, todos los tratamientos superaron el umbral del 75% de cobertura establecido por Olea *et al.* (2005), por debajo del cual se considera que existe riesgo de erosión. Sí que existió influencia significativa del tratamiento sobre el porcentaje de gramíneas y sobre el porcentaje de otras familias. No se observaron, sin embargo, diferencias significativas en la composición entre las fechas

de aprovechamiento consideradas, indicando que ésta no varió de forma significativa durante el año agrícola. Los tratamientos T y K₂ presentaron los porcentajes más altos de gramíneas (tabla 1). Los contenidos en leguminosas encontrados fueron más bajos del ideal establecido por Olea *et al.* (2005) quienes consideran aconsejable una presencia en torno al 33%.

Tabla 1. Medias de porcentajes de niveles de cobertura vegetal, gramíneas, leguminosas y otras familias del pasto herbáceo según tratamiento fertilizante y fecha de aprovechamiento (Aprov. 1 inicio de primavera y Aprov. 2 final de primavera). Letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos y mayúsculas entre medias para P≤0,05.

Fecha	Tratamiento	Cobertura (%)	Leguminosas (%)	Gramíneas (%)	Otras (%)	PB (%)	FND (%)
A. 1	K ₁	96,25	4,38	46,87	48,75	12,50	47,74
	K ₂	88,75	1,25	61,88	36,88	13,00	46,51
	T	87,50	0,00	73,13	26,88	12,50	48,28
	B	88,13	4,38	35,00	60,63	11,75	45,96
	S	83,13	3,75	55,63	40,63	12,00	45,32
	Media A.1	88,75	2,75	54,50	42,75	12,35A	46,76B
A. 2	K ₁	90,00	8,75	47,50	43,75	6,40	63,61
	K ₂	97,50	5,00	75,63	19,38	6,64	66,68
	T	93,13	3,75	80,00	16,25	6,82	67,74
	B	84,38	2,50	48,75	48,75	6,38	64,19
	S	85,63	8,75	50,63	40,63	6,87	62,25
	Media A.2	90,13	5,75	60,50	33,75	6,62B	64,89A
Media	K ₁	93,13	6,56	47,19c	46,25ab	9,45	55,67
	K ₂	93,13	3,13	68,75ab	28,13bc	9,82	56,59
	T	90,31	1,88	76,56a	21,56c	9,66	58,01
	B	86,25	3,44	41,88c	54,69a	9,07	55,08
	S	84,34	6,25	53,13bc	40,63abc	9,43	53,79
	Media total	89,44	4,25	57,50	38,25	9,49	55,83

No se observó un efecto significativo del tratamiento fertilizante sobre la PB ni sobre la FND; Santamaría *et al.* (2009) recalcaron la importancia de considerar un elevado número de años para observar la influencia del fertilizante sobre la producción y la calidad. La fecha de aprovechamiento sí que afectó significativamente a la PB y a la FND, disminuyendo con el tiempo la PB y aumentando la FND (tabla 1), lo cual está en línea con lo constatado por Santamaría *et al.* (2009). Los niveles medios de proteína en los pastos fertilizados con los distintos productos se encuadraron dentro de los valores descritos por Olea *et al.* (1989), quienes fijan valores medios anuales para pastos de dehesa entre el 9 y 12%.

CONCLUSIONES

El momento del aprovechamiento influye en la producción y calidad del pasto, disminuyendo el rendimiento en MS y el porcentaje en fibras y aumentando el contenido en proteína cuando más temprano se realiza. La fertilización con magnesio y potasio en las dosis mayores aumentaron la producción. No se observó un efecto de los tratamientos de fertilización en la calidad del pasto ni en el porcentaje de leguminosas, aunque sí sobre el porcentaje de gramíneas y de otras familias. Podría concluirse que, a falta de más años de estudio, los tratamientos T y K₂ parecen ser los mejores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN OIL CHEMISTS'SOCIETY (AOCS) (2005) Ba 6a-05.

BALOCCHI O., PINOCHET D., WITTWER F., CONTRERAS P., ECHEVERRÍA R.Y GUZMÁN F. (2001) Rendimiento y composición mineral del forraje de una pradera permanente fertilizada con magnesio. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, **36(10)**, 1309-1317.

BELLOWS A. (2001) Nutrient cycling in pastures. National Centre for Appropriate Technology, USDA.

CAKMAK I. Y YAZICI A. (2010) Magnesium: A forgotten element in crop production. *Better Crops*, **94**, 23-25.

DÍAZ ZORITA M. (2001) Resumen de estudios de fertilización con azufre en el Oeste Bonaerense. *Publicación Técnica 36*, República Argentina: INTA.

GAMBAUDO S. (2007) Acidez edáfica: revisión. Información técnica de cultivos. Argentina: INTA.

JIMÉNEZ MOZO J. Y MARTÍNEZ T. (1982) Fertilización de pastos II: Necesidades nutritivas referentes a macroelementos en pastos de secano de la región extremeña. Curso sobre pastos y Ganadería Extensiva en Extremadura. Badajoz: Publicaciones SEA, Universidad de Extremadura.

OLEA L., PAREDES J. Y VERDASCO M.P. (1989) Características productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. II Reunión ibérica de pastos y forrajes. *Pastos, forrajes y producción animal en condiciones extensivas*. pp. 147-172. Badajoz-Elvas: SEEP.

OLEA L., LÓPEZ-BELLIDO R.J. Y POBLACIONES M.J. (2005) Europe types of silvopastoral systems in the Mediterranean area: Dehesa. In: Mosquera M.R. *et al.* (eds) *Silvopastoralism and sustainable land management*, , pp. 30-35. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing.

OLEA L. Y SAN MIGUEL A. (2006) The Spanish dehesa. A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. *Sustainable Grassland Productivity, Grassland Science in Europe*, **11**, 3-13.

POBLACIONES M.J. (2003) Efecto de la aplicación de yeso y fósforo sobre la mejora de pastos en aéreas de Rañas y Rañizos de la Siberia Extremeña. Trabajo fin de carrera. Escuela de Ingenierías Agrarias. Badajoz.

QUINLIVAN B.J. (1981) Mesa redonda sobre trébol subterráneo. *Hoja Técnica 1/81* del INIA.

SANTAMARÍA O., POBLACIONES M.J., OLEA L., RODRIGO S., VIGUERA F.J. Y GARCÍA-WHITE T. (2009) Influencia de nuevos fertilizantes sobre la producción de biomasa y los parámetros de calidad en pastos de dehesa del S.O. de España. En: *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*. pp: 581-587. Huesca, España: SEEP.

Efecto del régimen hídrico y del número de cortes en la producción de biomasa y la eficiencia en el uso de agua en un cultivo de zulla (*Hedysarum coronarium* L.) en condiciones mediterráneas

Efect of water regime and number of cuttings on biomass production and water use efficiency in a sulla (*Hedysarum coronarium* L.) crop under mediterranean conditions

J. CIFRE / V. GARÍ / J. JAUME / J. GULÍAS

Grupo de Investigación en Biología de las Plantas en Condiciones Mediterráneas
UIB. Carretera de Valldemossa, km. 7,5 07122 Palma de Mallorca. pep.cifre@uib.es

Resumen: La producción de rumiantes de alta producción está utilizando actualmente una gran cantidad de insumos externos. Este hecho provoca una fuerte dependencia exterior de las explotaciones y puede tener importantes implicaciones económicas y medioambientales. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la producción de biomasa y la eficiencia en el uso de agua en un cultivo de zulla bajo diferentes dosis de riego y evaluar la influencia del número de cortes sobre estos parámetros. Los principales resultados muestran cómo la máxima producción de biomasa se obtuvo con las dosis de riego del 100 y el 50% de las necesidades. Además, durante el primer ciclo, con un único corte en abril se obtuvo similar producción de biomasa que con tres cortes. Igual resultado se obtuvo en segundo ciclo con un único corte en noviembre. La eficiencia en el uso del agua fue mayor cuanto menor fue la dosis de riego, durante el primer ciclo de cultivo. Durante el segundo ciclo de cultivo, los cortes de septiembre y noviembre obtuvieron una máxima producción de biomasa con la dosis de riego del 100%, siendo mucho menores los valores con el resto de dosis.

Palabras clave: zulla, dosis de riego, déficit hídrico, producción, manejo.

Abstract: During the last decades, ruminant production is increasing the use of outer inputs in the farms, especially for food supply. As a consequence, the farms have many problems both in economic aspects and in environmental requirements. The aim of the present work was to study the biomass production and water use efficiency in a sulla crop under different water regimes (0, 30, 50 and 100% of the needs) and to evaluate the influence of the number of cuttings on these parameters. The main results show how the maximum biomass production was obtained with 100% and 50% irrigation dosage. Moreover, during the first growing period, biomass production with a simple cut in April was similar to the one obtained with three cuttings. Similarly, during the second period, the maximum biomass was obtained with a simple cut in November and 100% water regime. On the other hand, maximum water use efficiency was found with 30 and 50% irrigation dosages, during the first growing period. During the second growing period of the crop, September and November cuttings were very important only with 100% dosage, being much lowers the yield with the other water regimes.

Key words: sulla, irrigation dosage, water stress, production, management.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en el área mediterránea presenta una problemática destacable, tanto desde un punto de vista medioambiental como económico. Por ello, la producción de alimento para el ganado precisa del estudio de estrategias que, bajo el efecto de condiciones meteorológicas limitantes, como las bajas pluviometrías y las sequías estivales, optimicen la producción de forraje y su calidad a bajo coste (Durá, 2002; Pons *et al.*, 2008). En ese sentido son especialmente interesantes los cultivos de